



DOTT. GEOL. ROBERTO SACCO

Via Piave 37/ A - 66034 Lanciano (CH) - Tel. 087241833 - 3385846652

www.studiogeosacco.it - info@studiogeosacco.it

Pec. robertosacco@epap.sicurezzapostale.it

COMMITTENTE: ECOLOGICA SANGRO S.p.A.

PROGETTO: VERIFICHE DI STABILITA'
modifica al profilo di chiusura finale
della discarica Consortile

PROVINCIA CHIETI

COMUNE DI: LANCIANO

Località: Cerratina

dott. geol. ROBERTO SACCO



Lanciano, Marzo 2022



Sommario

1 PREMESSA VERIFICHE DI STABILITA'	2
1.1 INTRODUZIONE	2
1.2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL' AREA E UBICAZIONE INDAGINI	4
1.3 CENNI MODELLAZIONE GEOLOGICA.....	5
1.4 AZIONE SISMICA.....	6
2 VERIFICHE DI STABILITA'	10
2.2 INTRODUZIONE ALL'ANALISI DI STABILITÀ	13
2.2.1 Metodo equilibrio limite (LEM).....	14
2.2.2 Metodo dei conci	15
2.2.3 Metodo di BISHOP (1955).....	16
2.2.4 Valutazione dell'azione sismica	17
2.2.5 Ricerca della superficie di scorrimento critica.....	18
2.3 PARAMETRI RIFIUTI.....	18
2.4 PARAMETRI CAPPING	22
2.5 VERIFICA DI STABILITÀ "SEZ 2 –SCARPATA NNE"	22
2.5.1 Verifica globale	22
2.5.2 Interfaccia Rifiuti - Capping	31
2.5.3 Interfaccia GEOTESSILE-ARGILLA / GEOTESSILE-TERRENO	33
2.6 VERIFICA DI STABILITÀ "SEZ 4 – SCARPATA NNW"	36
2.6.1 Verifica globale	36
2.6.2 Interfaccia Rifiuti - Capping	44
2.6.3 Interfaccia GEOTESSILE-ARGILLA / GEOTESSILE-TERRENO	46
3 CONCLUSIONI	50

1 PREMESSA VERIFICHE DI STABILITA'

1.1 INTRODUZIONE

In seguito all'incarico conferitomi dalla DITTA ECOLOGICA SANGRO SPA, sono state eseguite le verifiche di stabilità su due sezioni (SEZ_2 e SEZ_4), nell'ambito del progetto di modifica al profilo di chiusura finale della discarica Consortile sita in località Cerratina di Lanciano (CH).

Il progettista ha fornito allo scrivente una planimetria, nella quale sono ubicate quattro tracce di sezioni denominate: Profilo n. 1 (Sez_1), Profilo n. 2 (Sez_2), Profilo n. 3 (Sez_3) e Profilo n. 4 (Sez_4); si riporta di seguito la planimetria con le tracce e le relative sezioni.

Sulla base delle sezioni a maggior pendenza si è optato per l'esecuzione delle verifiche di stabilità lungo le sezioni: SEZ_4 scarpata WNW e SEZ_2 scarpata NNE (tracce passanti per la quota più alta).

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato di progetto "Planimetria e sezioni progetto di modifica e confronto con progetto approvato".

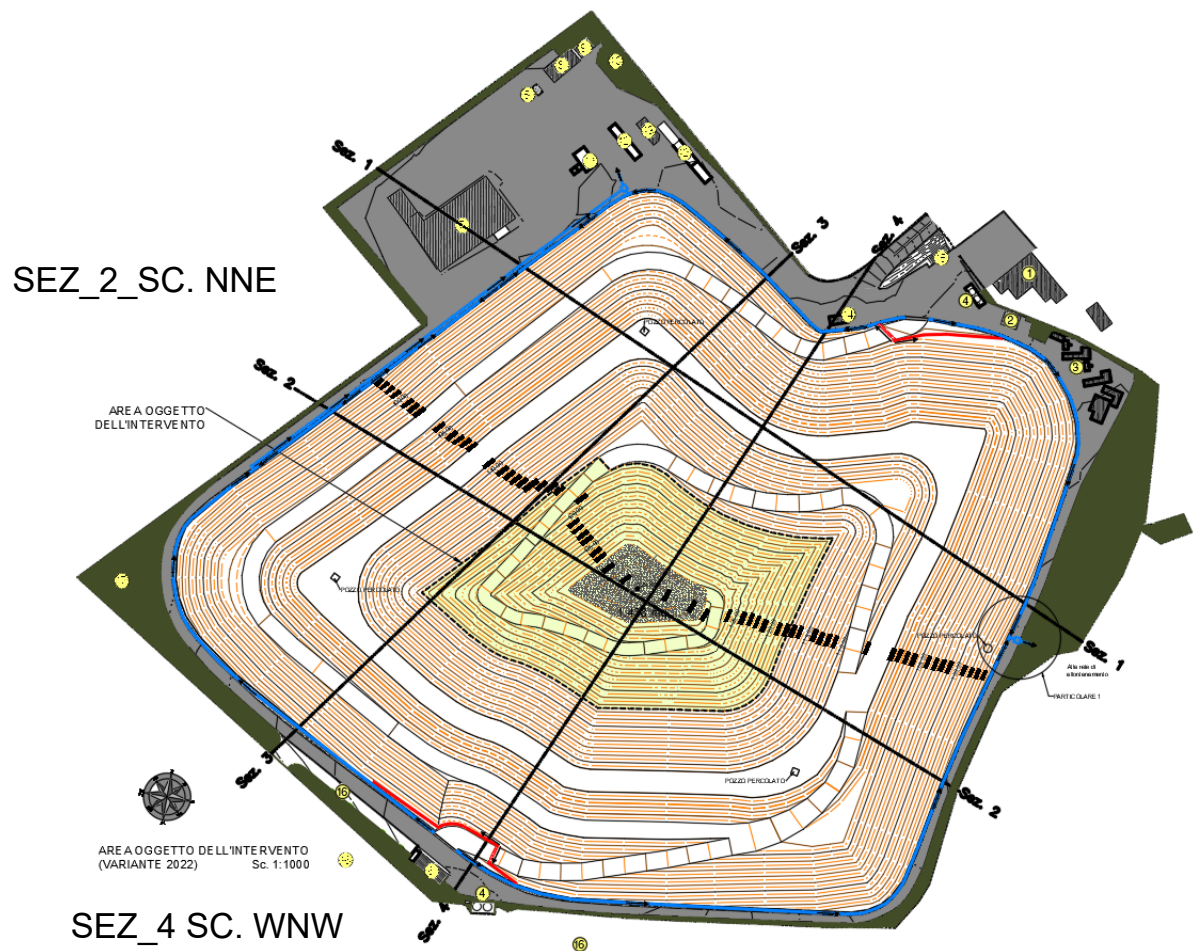


Figura 1 – Planimetria con indicazione delle sezioni

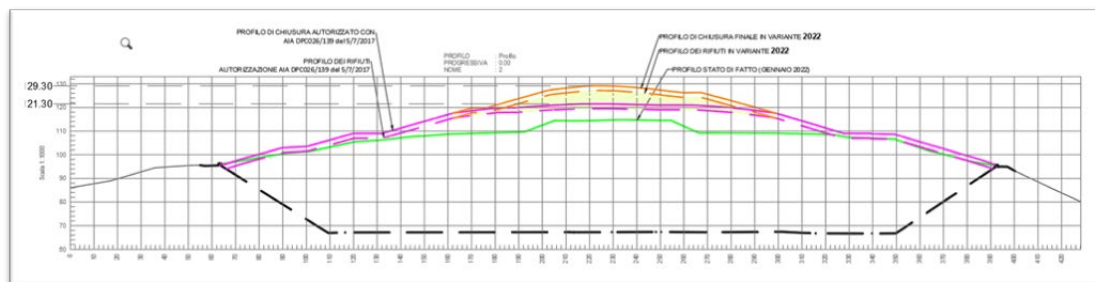


Figura 2 – Sezione n. 2

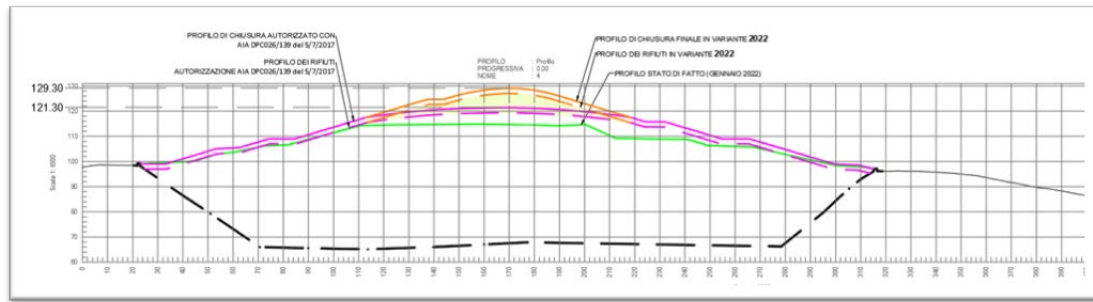
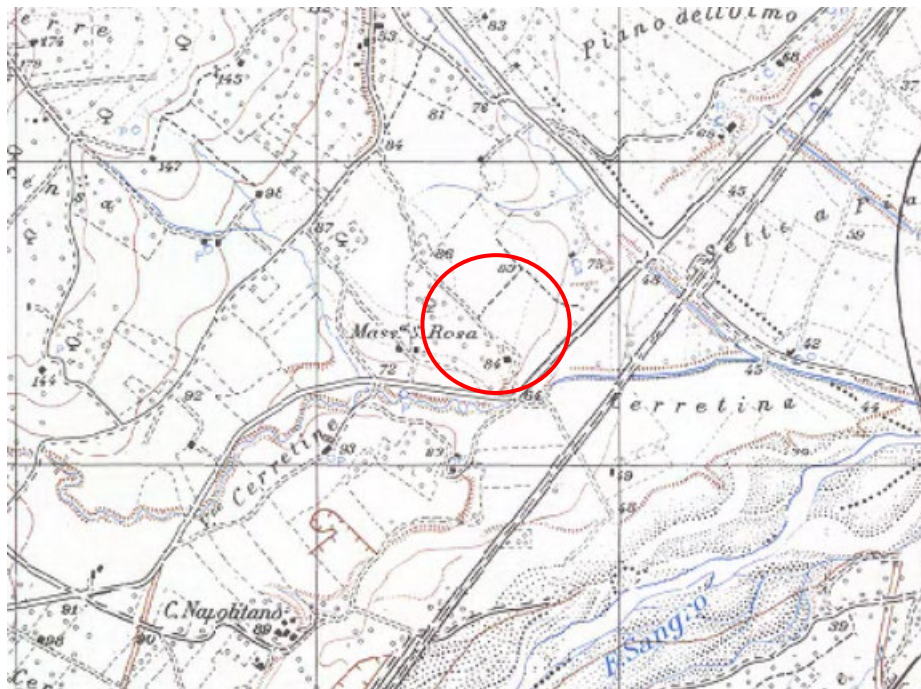
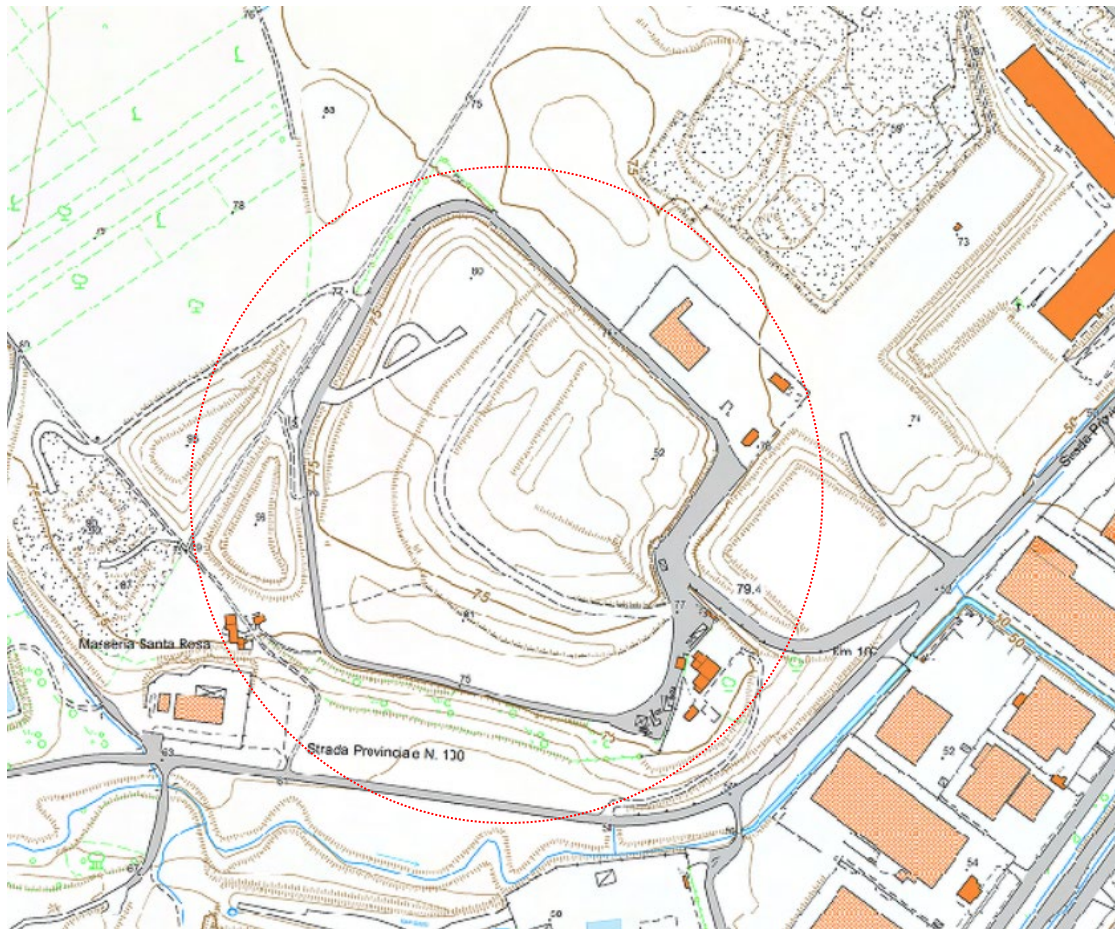


Figura 3 – Sezione n. 4

1.2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA E UBICAZIONE INDAGINI

Il sito oggetto di intervento si trova all'interno del territorio comunale di Lanciano, in C.da Cerratina, lungo la St. Provinciale Pedemontana al Km 10 snc. L'area è rappresentata nel foglio 361, tavola OVEST della carta topografica della Regione Abruzzo, in scala 1 :25.000. Si riporta di seguito stralcio CTR in scala 1:5000 con l'ubicazione dell'area di studio.





1.3 CENNI MODELLAZIONE GEOLOGICA

Dal punto di vista geologico il sito in esame si colloca sulla superficie di un terrazzo alluvionale posto in sinistra idrografica del fiume Sangro. In passato, nel sito in esame, è stata condotta un'intensa attività di cava che ha portato alla completa escavazione dei depositi alluvionali fino ad arrivare alle argille grigie che costituiscono il substrato diffusamente affiorante nell'area. La discarica di Cerratina è stata ubicata proprio su una ex cava degli anni '80.

Sulla base dei dati a disposizione (indagini geognostiche) il sottosuolo può essere schematizzato in tre unità principali rappresentate dalle argille grigie di origine marina e dai depositi alluvionali; quest'ultimi, a loro volta, possono essere distinti in due ulteriori unità, ovvero una ghiaiosa, presente alla base del deposito, ed una limosa caratteristica della parte alta della formazione.

In particolare la stratigrafia del sito risulta di seguito descritta:

- **Limi (Unità A)**

Unità costituita da depositi limoso-sabbiosi e limoso-argillosi di natura alluvionale con presenza di livelli a maggiore tenore sabbioso.

- **Ghiaie (Unità B)**

L'unità è costituita da ghiaie in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa. I clasti sono eterometrici con dimensioni massime nell'ordine del decimetro e si presentano ben arrotondati.

- **Argille grigie (Unità A)**

Questi litotipi sono costituiti da argille ed argille marnose molto compatte, con un colore variabile dal grigio all'azzurrognolo.

1.4 AZIONE SISMICA

I criteri per la caratterizzazione sismica dei terreni e per il calcolo dell'azione sismica di progetto sono dettati dalle Norme Tecniche per le

Costruzioni, emanate nel 2018, le quali rappresentano la normativa antisismica di base attualmente vigente in Italia.

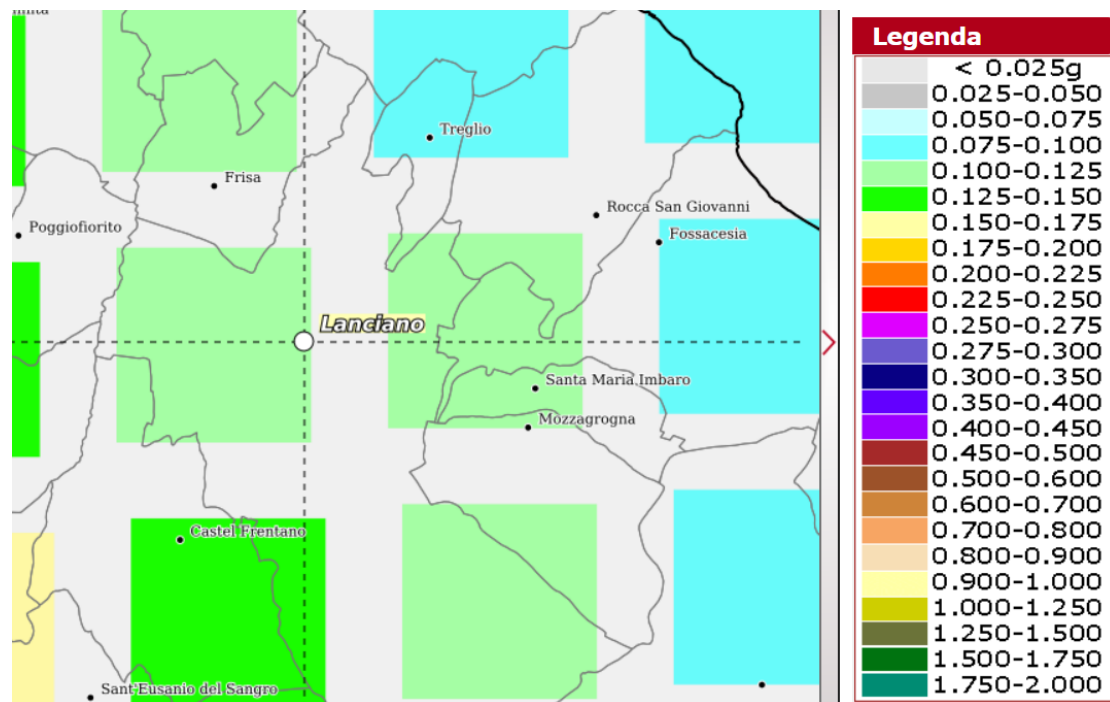
Le azioni sismiche di progetto vengono definite sulla base della **“Pericolosità sismica di base”** la quale è stata stimata sull'intero territorio nazionale a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Si riporta per chiarezza la definizione di Pericolosità sismica di base: **componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area.**

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa (a_g), in condizioni di campo libero (*free field*), su sito di riferimento rigido e con superficie topografica orizzontale; inoltre è valutata in termini di ampiezza dello spettro di risposta elastico corrispondente all'accelerazione attesa. Tale modello è definito sulla base delle caratteristiche sismologiche dell'area e suddivide il territorio italiano in classi di pericolosità omogenee.

L'attuale classificazione sismica, definita nell'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, suddivide il territorio italiano in quattro classi di pericolosità, nelle quali le accelerazioni e gli effetti attesi vanno decrescendo dalla zona I fino alla IV.

<i>Zona sismica</i>	<i>Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni</i>	<i>Livello di pericolosità (INGV)</i>
1	$ag > 0.25$	E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti
2	$0.15 < ag \leq 0.25$	Possono verificarsi terremoti abbastanza forti
3	$0.05 < ag \leq 0.15$	Possono verificarsi modesti scuotimenti
4	$ag \leq 0.05$	E' la meno pericolosa, la possibilità di danni sismici è bassa

Sulla base delle analisi storiche e delle caratteristiche sismologiche dell'area viene definita la pericolosità sismica del territorio. Come si evince dalla mappa della pericolosità sismica della provincia di Chieti, il comune di Lanciano ricade in **zona 3**; in tale area le accelerazioni orizzontali a_g , sono comprese tra **$0.10 \div 0.125$** .



Mappa della pericolosità sismica della provincia di Chieti. Mappa dei valori di pericolosità sismica della provincia di Chieti, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50anni riferita a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del 30 D.M. 14.09.2005)

Una volta definita la pericolosità di base, è necessario valutare la **pericolosità sismica locale**, (componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche locali) al fine di calcolare l'**azione sismica di progetto**.

Per la definizione della risposta sismica locale, nel sito oggetto di intervento (sul piano di coltivazione) è stata eseguita un'indagine sismica con metodologia MASW atta a valutare la velocità di propagazione delle onde S.

Alla luce dell'indagine svolta l'ammasso dei rifiuti può essere classificato

come **Categoria D**.

2 VERIFICHE DI STABILITA'

Le verifiche di stabilità sono state compiute lungo due profili tra loro ortogonali, denominati rispettivamente: (Profilo n. 2) SEZ_2 - scarpata lato NNE e (Profilo n. 4) SEZ_4 - scarpata lato WNW (per ubicazione traccia si rimanda all'elaborato progettuale), passanti per la quota più alta al centro della discarica.

L'analisi di stabilità è stata eseguita ipotizzando che le superfici di scivolamento passino per il punto più basso della scarpata al contatto tra il terreno di copertura (capping) e lo strato dei rifiuti.

Sono state calcolate, per ogni verifica eseguita, le superfici di scivolamento passanti per il suddetto punto prefissato, corrispondente all'ipotetico punto di collasso. Gli strati coinvolti nelle verifiche sono l'ammasso dei rifiuti ed il capping.

In particolare per ogni sezione sono state eseguite tre verifiche di seguito elencate:

1. globale passante per il punto ipotetico di collasso;
2. all'interfaccia rifiuti – capping;
3. all'interfaccia geotessile argilla – geotessile terreno.

Le verifiche sono state eseguite mediante il programma di calcolo del pacchetto GEOSTRU denominato "Slope" con il metodo di Bishop per le verifiche globali e il metodo di Bell per le interfacce.

I risultati ottenuti mostrano per tutte le superfici di scivolamento ipotizzate per le sei verifiche, un coefficiente di sicurezza maggiore di 1.1, pertanto sussiste una soddisfacente condizione di sicurezza del pendio.

2.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988**

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- **D.M. LL.PP. del 14/02/1992**

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- **D.M. 9 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- **D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi

- **D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- **Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252
AA.GG./S.T.C.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- **Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.**

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- **Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003**

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

- **Eurocodice 7**

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

- **Eurocodice 8**

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5:
Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

- **D. M. 14 Gennaio 2008**

N.T.C. – Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

- **D. M. Gennaio 2018**

N.T.C. – Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

- **Definizione**

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

2.2 INTRODUZIONE ALL'ANALISI DI STABILITÀ

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni

di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

- (a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (Φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
- (b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

2.2.1 METODO EQUILIBRIO LIMITE (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

2.2.2 METODO DEI CONCI

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;

n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i

$(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;

$(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;

n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;

$(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;

una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

mentre le equazioni a disposizione sono:

Equazioni di equilibrio dei momenti n

Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n

Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n

Equazioni relative al criterio di rottura n

Totale numero di equazioni $4n$

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quando si fa l'assunzione che

Ni sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

2.2.3 METODO DI BISHOP (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$\sum F_v = 0$, $\sum M_0 = 0$, Criterio di rottura.

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di nX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $nX = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di Bishop ordinario, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

2.2.4 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$
$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- FH e FV rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- W: peso concio
- Kx: Coefficiente sismico orizzontale
- Ky: Coefficiente sismico verticale

2.2.5 RICERCA DELLA SUPERFICIE DI SCORRIMENTO CRITICA

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia m-n e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

2.3 PARAMETRI RIFIUTI

Ai fini della comprensione del comportamento meccanico dei rifiuti conferiti in discarica, occorre distinguere, in funzione della composizione merceologica, la fase solida in n. 3 differenti categorie di

materiali:

- Categoria I: materiali inerti stabili (terre e simili., vetro, ceramica, legno, metalli etc.);
- Categoria D: materiali molto deformabili (plastica, gomma, tessuti, carta, etc.);
- Categoria B: materiali facilmente biodegradabili (scarti vegetali, materiale organico, parte del sottovaglio, etc.).

Le diverse tipologie di materiale sopra indicate, infatti, contribuiscono in modo diverso alla resistenza al taglio complessivo.

Sulla base di risultati di prove triassiali effettuate su campioni di rifiuti di grandi dimensioni, sono state costruite dalla E&G s.r.l. delle Carte di Resistenza in funzione della merceologia, al fine di ottenere previsioni attendibili sul comportamento meccanico d'insieme, anche senza avere prove meccaniche dirette sul materiale, fissando la deformazione limite accettabile al 10% (Figura 1.).

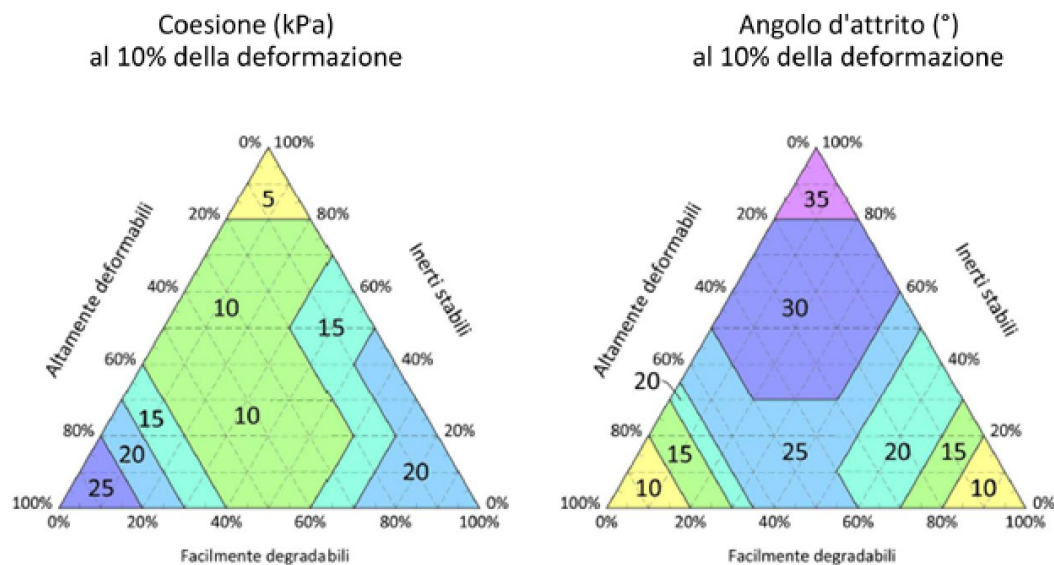


Figura 4 – Carta di resistenza – Angolo di attrito e coesione per $\epsilon = 10\%$

Con particolare riferimento alla discarica per rifiuti non pericolosi in loc. “Cerratina” di Lanciano (CH), sulle base delle informazioni relative alle quantità, alla tipologia (rifiuti tal quali, rifiuti trattati meccanicamente e rifiuti trattati meccanicamente e biologicamente) ed alla merceologia dei rifiuti conferiti annualmente nel periodo 1995 – 2021, la committente ha eseguito una suddivisione complessiva degli stessi nelle tre categorie sopra indicate, individuando la seguente distribuzione:

- Categoria I: 20%;
- Categoria D: 33%;
- Categoria B: 47%.

Sulla base delle tre categorie come sopra individuate, è stato possibile eseguire una caratterizzazione meccanica dei rifiuti mediante i digrammi

triangolari sopra riportati e sviluppati (**Figura 2.**), come precedentemente accennato, dalla E&G s.r.l. sulla base di valutazioni e risultanze di prove meccaniche dirette sul materiale.

I valori di resistenza in termini di coesione efficace e di angolo di resistenza al taglio del rifiuto conferito risultano essere:

- Coesione efficace, $c' = 10$ kPa;
- Angolo di resistenza al taglio, $\phi' = 25^\circ$.

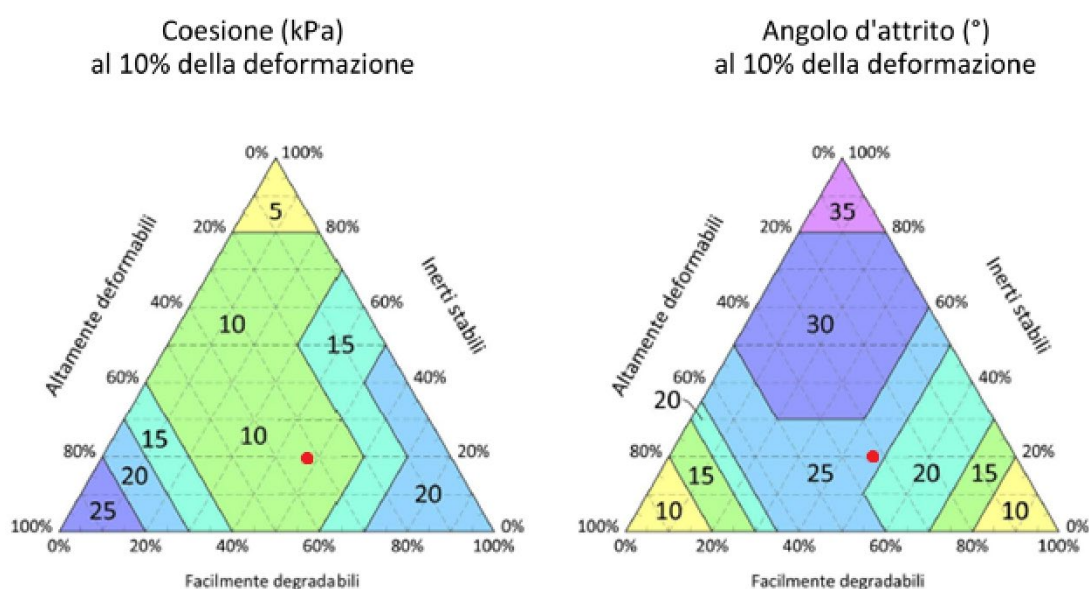


Figura 5 – Carta di resistenza – Angolo di attrito e coesione per $\epsilon = 10\%$ (punto rosso)

Infine, sulla base di indagini e rilievi topografici eseguiti in sito nell'ambito della gestione operativa della discarica, il gestore Ecologica Sangro S.p.A. ha definito un peso medio dell'unità di volume dei rifiuti pari a: $\gamma = 10,0$ kN/mc.

2.4 PARAMETRI CAPPING

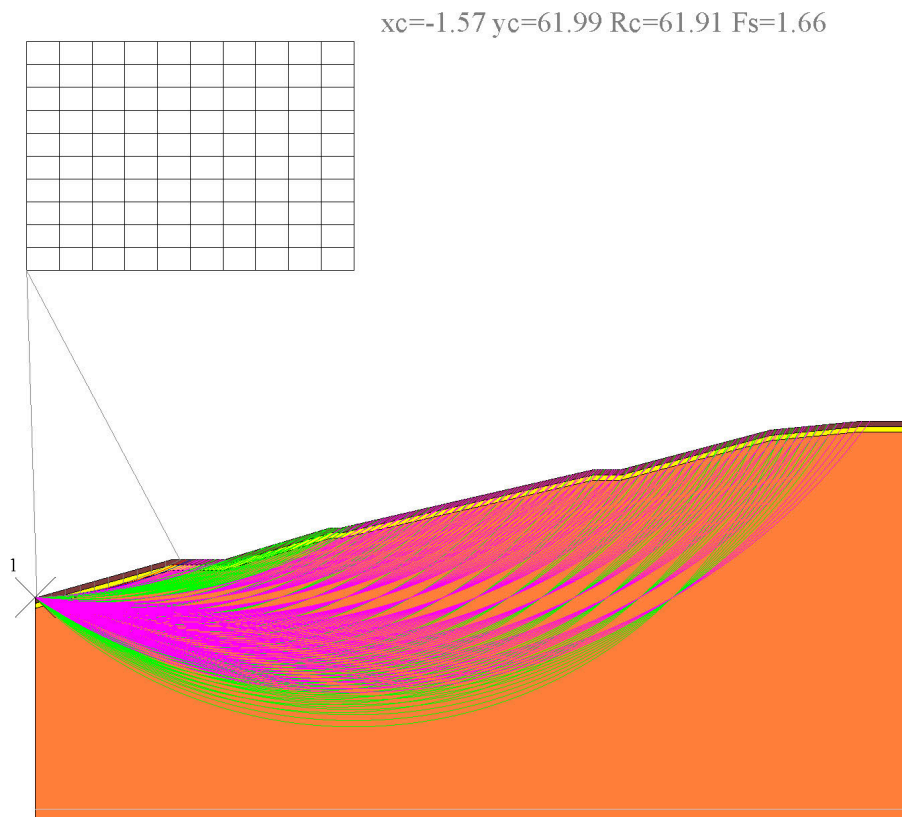
I parametri adoperati per la caratterizzazione del capping sono stati reperiti sia dalle aziende sia dai dati esistenti in letteratura (atti “Rem Tech 2016”). In generale l’angolo di attrito da considerare per i vari strati varia da 20° a 40° pertanto è stato definito un angolo di attrito per lo strato geotessile-argilla pari a 25° e lo strato geotessile-terreno pari a 20° (dati molto cautelativi).

2.5 VERIFICA DI STABILITÀ “SEZ 2 –SCARPATA NNE”

2.5.1 VERIFICA GLOBALE

Di seguito troviamo lo schema della sezione 2 scarpata NNE utilizzata per la verifica di stabilità globale passante per l’ipotetico punto di collasso ipotizzato.

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE - SEZIONE 2



- Geotessile terreno
 $g_s = 1500 \text{ Kg/m}^3$
 $F_i = 20^\circ$
 $c = 0 \text{ kg/cm}^2$
- Geotessile Argilla
 $g_s = 1500 \text{ Kg/m}^3$
 $F_i = 25^\circ$
 $c = 0 \text{ kg/cm}^2$
- Rifiuti
 $g_s = 1000 \text{ Kg/m}^3$
 $F_i = 25^\circ$
 $c = 0.1 \text{ kg/cm}^2$

Analisi di stabilità: BISHOP

Calcolo eseguito secondo

Numero di strati

Numero dei conci

Grado di sicurezza ritenuto accettabile

NTC 2018

3.0

10.0

1.1

Analisi
Superficie di forma circolare

Condizione drenata

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-1.57 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	61.99 m
Ascissa vertice destro superiore xs	60.33 m
Ordinata vertice destro superiore ys	105.32 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	26.0	7.3
3	36.0	7.3
4	56.0	13.3
5	58.1	13.3
6	105.8	24.3
7	111.0	24.3
8	139.3	31.8
9	155.8	33.4
10	165.8	33.4

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-1.0
2	26.0	6.3
3	36.0	6.3
4	56.0	12.3
5	58.1	12.3
6	105.8	23.3
7	111.0	23.3
8	139.3	30.8
9	155.8	32.4
10	165.8	32.4

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.0
2	26.0	5.3

3	36.0	5.3
4	56.0	11.3
5	58.1	11.3
6	105.8	22.3
7	111.0	22.3
8	139.3	29.8
9	155.8	31.4
10	165.8	31.4

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturato (Kg/m3)	Litologia	
1	0		20	1500	1500	Geotessile Terreno	
2	0		25	1000	1500	Geotessile Argilla	
3	0.1		25	1000	1000	Rifiuti	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.66
Ascissa centro superficie	-1.57 m
Ordinata centro superficie	61.99 m
Raggio superficie	61.91 m

Numero di superfici esaminate....(221)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	-1.6	62.0	61.9	1.66
2	1.5	64.2	64.1	2.73
3	4.6	62.0	62.1	3.06
4	7.7	64.2	64.5	3.28
5	10.8	62.0	62.8	3.32
6	13.9	64.2	65.5	3.16
7	17.0	62.0	64.2	3.11
8	20.1	64.2	67.1	3.07
9	23.2	62.0	66.1	3.12
10	26.3	64.2	69.2	3.09
11	29.4	62.0	68.5	3.08
12	32.5	64.2	71.8	3.06
13	35.6	62.0	71.3	3.10
14	38.7	64.2	74.8	3.08
15	41.8	62.0	74.6	3.17

16	44.9	64.2	78.1	3.18
17	47.9	62.0	78.2	3.30
18	51.0	64.2	81.8	3.27
19	54.1	62.0	82.2	3.40
20	57.2	64.2	85.8	3.38
21	60.3	62.0	86.4	3.46
22	-1.6	66.3	66.2	1.90
23	1.5	68.5	68.4	2.88
24	4.6	66.3	66.4	3.14
25	7.7	68.5	68.8	3.31
26	10.8	66.3	67.1	3.30
27	13.9	68.5	69.8	3.10
28	17.0	66.3	68.3	3.04
29	20.1	68.5	71.3	3.05
30	23.2	66.3	70.1	3.08
31	26.3	68.5	73.2	3.05
32	29.4	66.3	72.4	3.04
33	32.5	68.5	75.7	3.02
34	35.6	66.3	75.1	3.04
35	38.7	68.5	78.5	3.04
36	41.8	66.3	78.2	3.10
37	44.9	68.5	81.7	3.13
38	47.9	66.3	81.7	3.22
39	51.0	68.5	85.3	3.23
40	54.1	66.3	85.5	3.32
41	57.2	68.5	89.1	3.28
42	60.3	66.3	89.5	3.37
43	-1.6	70.7	70.6	2.47
44	1.5	72.8	72.7	2.94
45	4.6	70.7	70.7	3.21
46	7.7	72.8	73.1	3.28
47	10.8	70.7	71.4	3.26
48	13.9	72.8	74.0	3.06
49	17.0	70.7	72.5	3.01
50	20.1	72.8	75.4	3.03
51	23.2	70.7	74.2	3.07
52	26.3	72.8	77.3	3.02
53	29.4	70.7	76.4	3.01
54	32.5	72.8	79.6	2.98
55	35.6	70.7	79.0	3.00
56	38.7	72.8	82.3	3.01
57	41.8	70.7	81.9	3.05
58	44.9	72.8	85.4	3.10
59	47.9	70.7	85.2	3.15
60	51.0	72.8	88.8	3.17
61	54.1	70.7	88.9	3.24
62	57.2	72.8	92.5	3.20

63	60.3	70.7	92.8	3.29
64	-1.6	75.0	74.9	2.64
65	1.5	77.2	77.1	3.16
66	4.6	75.0	75.0	3.17
67	7.7	77.2	77.4	3.27
68	10.8	75.0	75.6	3.21
69	13.9	77.2	78.3	3.04
70	17.0	75.0	76.8	3.07
71	20.1	77.2	79.6	3.00
72	23.2	75.0	78.4	3.05
73	26.3	77.2	81.4	2.99
74	29.4	75.0	80.4	2.98
75	32.5	77.2	83.6	2.95
76	35.6	75.0	82.9	2.96
77	38.7	77.2	86.2	2.97
78	41.8	75.0	85.7	3.01
79	44.9	77.2	89.1	3.06
80	47.9	75.0	88.9	3.08
81	51.0	77.2	92.4	3.12
82	54.1	75.0	92.3	3.16
83	57.2	77.2	95.9	3.15
84	60.3	75.0	96.1	3.22
85	-1.6	79.3	79.2	2.80
86	1.5	81.5	81.4	3.22
87	4.6	79.3	79.3	3.22
88	7.7	81.5	81.7	3.21
89	10.8	79.3	79.9	3.17
90	13.9	81.5	82.5	3.06
91	17.0	79.3	81.0	2.98
92	20.1	81.5	83.8	2.97
93	23.2	79.3	82.5	3.02
94	26.3	81.5	85.5	2.96
95	29.4	79.3	84.5	2.95
96	32.5	81.5	87.6	2.92
97	35.6	79.3	86.8	2.93
98	38.7	81.5	90.1	2.94
99	41.8	79.3	89.5	2.98
100	44.9	81.5	92.9	3.01
101	47.9	79.3	92.5	3.05
102	51.0	81.5	96.0	3.07
103	54.1	79.3	95.9	3.10
104	57.2	81.5	99.4	3.09
105	60.3	79.3	99.5	3.16
106	-1.6	83.7	83.6	2.81
107	1.5	85.8	85.7	3.29
108	4.6	83.7	83.7	3.24
109	7.7	85.8	86.1	3.16

110	10.8	83.7	84.2	3.12
111	13.9	85.8	86.8	3.01
112	17.0	83.7	85.2	2.96
113	20.1	85.8	88.0	2.89
114	23.2	83.7	86.7	3.00
115	26.3	85.8	89.6	2.95
116	29.4	83.7	88.5	2.93
117	32.5	85.8	91.6	2.89
118	35.6	83.7	90.8	2.92
119	38.7	85.8	94.0	2.91
120	41.8	83.7	93.4	2.96
121	44.9	85.8	96.7	2.97
122	47.9	83.7	96.3	3.02
123	51.0	85.8	99.7	3.02
124	54.1	83.7	99.5	3.04
125	57.2	85.8	103.0	3.05
126	60.3	83.7	103.0	3.12
127	-1.6	88.0	87.9	3.03
128	1.5	90.2	90.1	3.24
129	4.6	88.0	88.0	3.21
130	7.7	90.2	90.4	3.12
131	10.8	88.0	88.5	3.08
132	13.9	90.2	91.1	2.95
133	17.0	88.0	89.5	2.94
134	20.1	90.2	92.2	2.88
135	23.2	88.0	90.9	2.98
136	26.3	90.2	93.8	2.93
137	29.4	88.0	92.6	2.91
138	32.5	90.2	95.7	2.87
139	35.6	88.0	94.8	2.89
140	38.7	90.2	98.0	2.88
141	41.8	88.0	97.3	2.95
142	44.9	90.2	100.6	2.93
143	47.9	88.0	100.1	2.99
144	51.0	90.2	103.5	2.97
145	54.1	88.0	103.2	2.99
146	57.2	90.2	106.6	3.00
147	60.3	88.0	106.5	3.07
148	-1.6	92.3	92.2	3.08
149	1.5	94.5	94.4	3.27
150	4.6	92.3	92.3	3.20
151	7.7	94.5	94.7	3.18
152	10.8	92.3	92.8	3.10
153	13.9	94.5	95.4	3.00
154	17.0	92.3	93.8	2.92
155	20.1	94.5	96.5	2.86
156	23.2	92.3	95.1	2.96

157	26.3	94.5	98.0	2.91
158	29.4	92.3	96.8	2.88
159	32.5	94.5	99.8	2.85
160	35.6	92.3	98.8	2.87
161	38.7	94.5	102.0	2.88
162	41.8	92.3	101.2	2.93
163	44.9	94.5	104.5	2.92
164	47.9	92.3	103.9	2.96
165	51.0	94.5	107.3	2.93
166	54.1	92.3	106.9	2.96
167	57.2	94.5	110.3	2.97
168	60.3	92.3	110.1	3.03
169	-1.6	96.7	96.6	2.97
170	1.5	98.8	98.7	3.28
171	4.6	96.7	96.7	3.14
172	7.7	98.8	99.0	3.15
173	10.8	96.7	97.1	3.09
174	13.9	98.8	99.7	2.98
175	17.0	96.7	98.0	2.91
176	20.1	98.8	100.7	2.85
177	23.2	96.7	99.3	2.94
178	26.3	98.8	102.1	2.89
179	29.4	96.7	100.9	2.87
180	32.5	98.8	103.9	2.85
181	35.6	96.7	102.9	2.85
182	38.7	98.8	106.0	2.87
183	41.8	96.7	105.2	2.90
184	44.9	98.8	108.4	2.90
185	47.9	96.7	107.8	2.92
186	51.0	98.8	111.1	2.89
187	54.1	96.7	110.6	2.92
188	57.2	98.8	114.1	2.94
189	60.3	96.7	113.8	3.00
190	-1.6	101.0	100.9	3.03
191	1.5	103.2	103.1	3.10
192	4.6	101.0	101.0	3.23
193	7.7	103.2	103.3	3.11
194	10.8	101.0	101.5	3.03
195	13.9	103.2	104.0	2.96
196	17.0	101.0	102.3	2.90
197	20.1	103.2	105.0	2.83
198	23.2	101.0	103.5	2.93
199	26.3	103.2	106.3	2.88
200	29.4	101.0	105.0	2.85
201	32.5	103.2	108.0	2.83
202	35.6	101.0	106.9	2.83
203	38.7	103.2	110.0	2.87



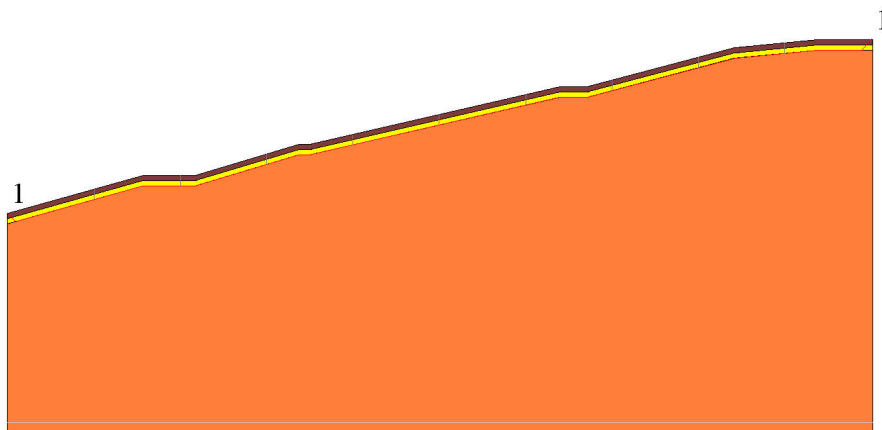
204	41.8	101.0	109.1	2.87
205	44.9	103.2	112.4	2.88
206	47.9	101.0	111.7	2.89
207	51.0	103.2	115.0	2.86
208	54.1	101.0	114.4	2.89
209	57.2	103.2	117.8	2.92
210	60.3	101.0	117.5	2.97
211	-1.6	105.3	105.2	3.31
212	4.6	105.3	105.3	3.18
213	10.8	105.3	105.8	3.05
214	17.0	105.3	106.6	2.89
215	23.2	105.3	107.7	2.92
216	29.4	105.3	109.2	2.83
217	35.6	105.3	111.0	2.82
218	41.8	105.3	113.2	2.85
219	47.9	105.3	115.6	2.86
220	54.1	105.3	118.3	2.87
221	60.3	105.3	121.2	2.94

2.5.2 INTERFACCIA RIFIUTI - CAPPING

Di seguito troviamo lo schema della sezione 2 scarpata NNE utilizzata per la verifica di stabilità per superficie di scivolamento passante per l'interfaccia rifiuti - capping.

VERIFICA DI STABILITA' INTERFACCIA RIFIUTI - CAPPING - SEZIONE 2

$F_s = 3.39$ Superficie... 1



- Geotessile terreno
 $g_s = 1500 \text{ Kg/m}^3$
 $F_i = 20^\circ$
 $c = 0 \text{ kg/cm}^2$
- Geotessile Argilla
 $g_s = 1500 \text{ Kg/m}^3$
 $F_i = 25^\circ$
 $c = 0 \text{ kg/cm}^2$
- Rifiuti
 $g_s = 1000 \text{ Kg/m}^3$
 $F_i = 25^\circ$
 $c = 0.1 \text{ kg/cm}^2$

Calcolo eseguito secondo

NTC 2018

Numero di strati

3.0

Numero dei conci

10.0

Grado di sicurezza ritenuto accettabile

1.1

Analisi

Condizione drenata

Superficie di forma generica

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-1.0
2	26.0	6.3
3	36.0	6.3
4	56.0	12.3
5	58.1	12.3
6	105.8	23.3
7	111.0	23.3
8	139.3	30.8
9	155.8	32.4
10	165.8	32.4

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.0
2	26.0	5.3
3	36.0	5.3
4	56.0	11.3
5	58.1	11.3
6	105.8	22.3
7	111.0	22.3
8	139.3	29.8
9	155.8	31.4
10	165.8	31.4

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	0.01	0.1
2	1.7	-1.52
3	26.0	5.3
4	36.03	5.3
5	56.02	11.29
6	58.16	11.31
7	105.83	22.31
8	111.1	22.28
9	139.44	29.79
10	155.85	31.38
11	163.78	31.35
12	165.49	33.47

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia	
1	0		20	1500	1500	Geotessile terreno	
2	0		25	1500	1500	Geotessile Argilla	
3	0.1		25	1000	1000	Rifiuti	

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=3.39

Nr.	B m (Kg)	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti
1	16.53	9.1	16.7	24882.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	65686.4	9028.9
2	16.53	9.1	16.7	66297.66	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	174991.2	28927.2
3	16.53	13.9	17.0	39193.02	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	160930.3	22120.5
4	16.53	12.8	17.0	49917.75	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	188261.9	30751.3
5	16.53	13.0	17.0	49653.2	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	190241.8	31023.4
6	16.53	13.0	17.0	49488.29	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	189017.1	25981.2
7	16.53	9.4	16.8	51764.75	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	141352.3	24303.4
8	16.53	14.8	17.1	50443.56	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	220957.4	35245.4
9	16.53	9.6	16.8	59884.68	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	167822.4	27941.8
10	16.53	9.3	16.8	33396.06	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	90044.5	12377.0

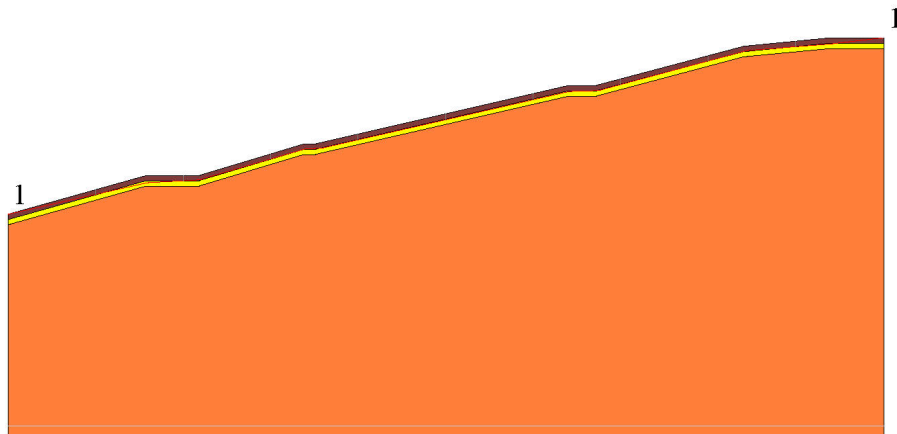
2.5.3 INTERFACCIA GEOTESSILE-ARGILLA / GEOTESSILE-TERRENO

Di seguito troviamo lo schema della sezione 2 scarpata NNE utilizzata per la verifica di stabilità per superficie di scivolamento passante per

l'interfaccia geotessile argilla e geotessile terreno.

VERIFICA DI STABILITA' INTERFACCIA GEOTESSILE
ARGILLA/TERRENO - SEZIONE 2

Fs = 2.32 Superficie... 1



- Geotessile terreno
gs=1500 Kg/m3
Fi=20°
c=0 kg/cm2
- Geotessile Argilla
gs=1500 Kg/m3
Fi=25°
c=0 kg/cm2
- Rifiuti
gs=1000 Kg/m3
Fi=25°
c=0.1 kg/cm2

Analisi di stabilità: BELL
Calcolo eseguito secondo

NTC 2018

Numero di strati 3.0
Numero dei conci 10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.1
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma generica

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	26.0	7.3
3	36.0	7.3
4	56.0	13.3
5	58.1	13.3
6	105.8	24.3
7	111.0	24.3
8	139.3	31.8
9	155.8	33.4
10	165.8	33.4

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-1.0
2	26.0	6.3
3	36.0	6.3
4	56.0	12.3
5	58.1	12.3
6	105.8	23.3
7	111.0	23.3
8	139.3	30.8
9	155.8	32.4
10	165.8	32.4

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.0
2	26.0	5.3
3	36.0	5.3
4	56.0	11.3
5	58.1	11.3
6	105.8	22.3
7	111.0	22.3
8	139.3	29.8
9	155.8	31.4
10	165.8	31.4

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	0.0	0.0
2	26.39	5.99
3	36.23	6.51
4	56.24	12.37
5	59.52	12.55
6	106.28	23.24
7	111.8	23.42
8	139.93	31.01
9	155.63	32.22
10	165.7	33.41

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturato (Kg/m3)	Litologia	
1	0		20	1500	1500	Geotessile terreno	
2	0		25	1500	1500	Geotessile Argilla	
3	0.1		25	1000	1000	Rifiuti	

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=2.32

Nr.	B m (Kg)	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti
1	16.56	12.8	17.0	11109.2	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	41790.5	6550.1
2	16.56	8.9	16.8	47887.52	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	123975.7	24895.0
3	16.56	14.0	17.1	13022.81	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	53710.9	8418.4
4	16.56	12.4	17.0	25606.21	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	93195.7	18714.2
5	16.56	12.9	17.0	27486.21	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	104447.6	20973.7
6	16.56	12.9	17.0	28330.31	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	107320.9	21550.6
7	16.56	9.8	16.8	30091.57	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	86522.1	17374.1
8	16.56	15.1	17.2	25844.54	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	115825.7	23258.5
9	16.56	9.3	16.8	39483.54	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	107593.8	21605.4
10	16.56	5.8	16.6	20975.67	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	35515.3	5566.5

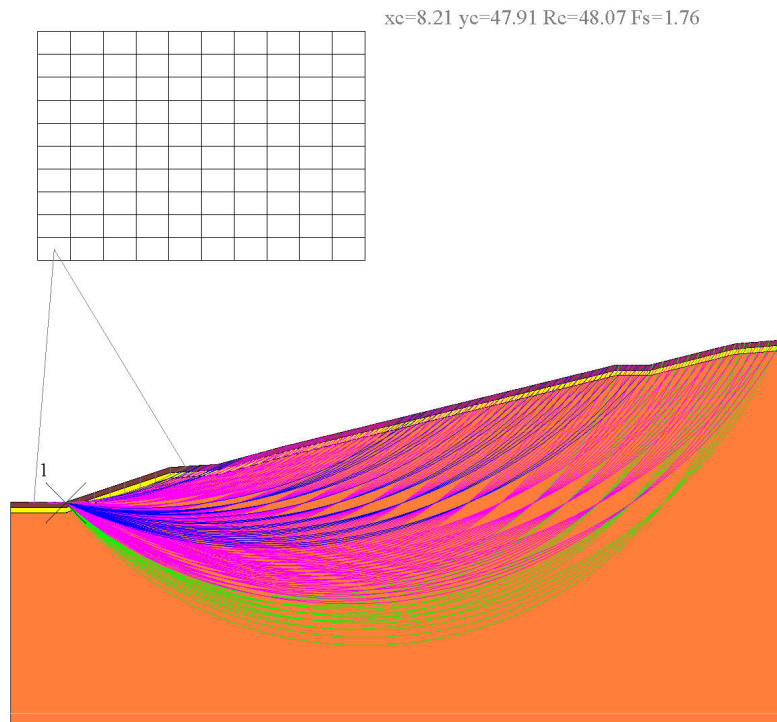
2.6 VERIFICA DI STABILITÀ “SEZ 4 – SCARPATA NNW”

2.6.1 VERIFICA GLOBALE

Di seguito troviamo lo schema della sezione 4 – scarpata NNW

utilizzata per la verifica di stabilità globale passante per l'ipotetico punto di collasso ipotizzato.

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE - SEZIONE 4



- Geotessile Terreno
 $g_s=1500 \text{ Kg/m}^3$
 $F_i=20^\circ$
 $c=0 \text{ kg/cm}^2$
- Geotessile Argilla
 $g_s=1500 \text{ Kg/m}^3$
 $F_i=25^\circ$
 $c=0 \text{ kg/cm}^2$
- Rifiuti
 $g_s=1000 \text{ Kg/m}^3$
 $F_i=25^\circ$
 $c=0.1 \text{ kg/cm}^2$

Analisi di stabilità: BISHOP

Calcolo eseguito secondo NTC 2018
Numero di strati 3.0
Numero dei conci 10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1.1
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri
Ascissa vertice sinistro inferiore xi 5.11 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi 45.75 m
Ascissa vertice destro superiore xs 67.02 m
Ordinata vertice destro superiore ys 89.08 m
Passo di ricerca 10.0
Numero di celle lungo x 10.0
Numero di celle lungo y 10.0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	10.4	0.0
3	30.2	6.6
4	39.3	7.2
5	51.4	10.5
6	114.7	26.0
7	121.1	26.0
8	137.1	30.0
9	147.0	30.8

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-1.0
2	10.4	-1.0
3	30.2	5.6
4	39.3	6.2
5	51.4	9.5
6	114.7	25.0
7	121.1	25.0
8	137.1	29.0
9	147.0	29.8

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.0
2	10.4	-2.0

3	30.2	4.6
4	39.3	5.2
5	51.4	8.5
6	114.7	24.0
7	121.1	24.0
8	137.1	28.0
9	147.0	28.8

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia	
1	0		20	1500	1500	Geotessile Terreno	
2	0		25	1000	1500	Geotessile Argilla	
3	0.1		25	1000	1000	Rifiuti	

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.76
Ascissa centro superficie	8.21 m
Ordinata centro superficie	47.91 m
Raggio superficie	48.07 m

Numero di superfici esaminate....(202)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	8.2	47.9	48.1	1.76
2	11.3	45.7	45.9	2.67
3	14.4	47.9	48.2	2.92
4	17.5	45.7	46.4	2.92
5	20.6	47.9	49.1	2.97
6	23.7	45.7	47.7	3.04
7	26.8	47.9	50.7	2.96
8	29.9	45.7	49.8	3.05
9	33.0	47.9	53.0	3.00
10	36.1	45.7	52.5	3.04
11	39.2	47.9	55.9	3.03
12	42.3	45.7	55.8	3.13
13	45.4	47.9	59.4	3.11
14	48.4	45.7	59.5	3.22
15	51.5	47.9	63.2	3.21

16	54.6	45.7	63.7	3.33
17	57.7	47.9	67.4	3.35
18	60.8	45.7	68.1	3.55
19	63.9	47.9	71.9	3.55
20	67.0	45.7	72.8	3.75
21	8.2	52.2	52.4	2.40
22	11.3	50.1	50.2	2.72
23	14.4	52.2	52.5	2.81
24	17.5	50.1	50.7	3.03
25	20.6	52.2	53.3	2.96
26	23.7	50.1	51.9	2.91
27	26.8	52.2	54.8	2.93
28	29.9	50.1	53.8	3.00
29	33.0	52.2	57.0	2.95
30	36.1	50.1	56.3	2.97
31	39.2	52.2	59.7	2.96
32	42.3	50.1	59.4	3.04
33	45.4	52.2	62.9	3.02
34	48.4	50.1	62.9	3.11
35	51.5	52.2	66.5	3.11
36	54.6	50.1	66.9	3.21
37	57.7	52.2	70.5	3.26
38	60.8	50.1	71.1	3.42
39	63.9	52.2	74.8	3.44
40	67.0	50.1	75.6	3.62
41	8.2	56.6	56.7	2.35
42	11.3	54.4	54.5	2.78
43	14.4	56.6	56.8	2.89
44	17.5	54.4	55.0	3.02
45	20.6	56.6	57.6	2.94
46	23.7	54.4	56.1	2.89
47	26.8	56.6	59.0	2.83
48	29.9	54.4	57.9	2.95
49	33.0	56.6	61.0	2.91
50	36.1	54.4	60.2	2.92
51	39.2	56.6	63.5	2.93
52	42.3	54.4	63.1	2.96
53	45.4	56.6	66.6	2.96
54	48.4	54.4	66.4	3.03
55	51.5	56.6	70.0	3.03
56	54.6	54.4	70.2	3.12
57	57.7	56.6	73.8	3.18
58	60.8	54.4	74.2	3.30
59	63.9	56.6	77.9	3.34
60	67.0	54.4	78.6	3.49
61	8.2	60.9	61.1	2.77
62	11.3	58.7	58.9	2.69

63	14.4	60.9	61.1	2.82
64	17.5	58.7	59.3	3.01
65	20.6	60.9	61.8	2.93
66	23.7	58.7	60.3	2.86
67	26.8	60.9	63.2	2.80
68	29.9	58.7	62.0	2.86
69	33.0	60.9	65.0	2.88
70	36.1	58.7	64.2	2.88
71	39.2	60.9	67.4	2.87
72	42.3	58.7	66.9	2.90
73	45.4	60.9	70.3	2.90
74	48.4	58.7	70.0	2.95
75	51.5	60.9	73.6	2.96
76	54.6	58.7	73.6	3.04
77	57.7	60.9	77.2	3.12
78	60.8	58.7	77.5	3.19
79	63.9	60.9	81.1	3.26
80	67.0	58.7	81.6	3.42
81	8.2	65.2	65.4	2.80
82	11.3	63.1	63.2	2.74
83	14.4	65.2	65.5	2.84
84	17.5	63.1	63.6	2.99
85	20.6	65.2	66.1	2.92
86	23.7	63.1	64.6	2.84
87	26.8	65.2	67.4	2.78
88	29.9	63.1	66.1	2.83
89	33.0	65.2	69.1	2.84
90	36.1	63.1	68.2	2.85
91	39.2	65.2	71.4	2.83
92	42.3	63.1	70.7	2.85
93	45.4	65.2	74.1	2.85
94	48.4	63.1	73.7	2.89
95	51.5	65.2	77.2	2.90
96	54.6	63.1	77.1	2.99
97	57.7	65.2	80.7	3.05
98	60.8	63.1	80.8	3.13
99	63.9	65.2	84.4	3.19
100	67.0	63.1	84.8	3.32
101	8.2	69.6	69.7	2.85
102	11.3	67.4	67.5	2.92
103	14.4	69.6	69.8	2.83
104	17.5	67.4	67.9	2.99
105	20.6	69.6	70.4	2.90
106	23.7	67.4	68.8	2.82
107	26.8	69.6	71.6	2.76
108	29.9	67.4	70.3	2.80
109	33.0	69.6	73.2	2.82

110	36.1	67.4	72.2	2.83
111	39.2	69.6	75.4	2.80
112	42.3	67.4	74.6	2.82
113	45.4	69.6	77.9	2.81
114	48.4	67.4	77.5	2.84
115	51.5	69.6	80.9	2.85
116	54.6	67.4	80.7	2.95
117	57.7	69.6	84.2	2.98
118	60.8	67.4	84.2	3.08
119	63.9	69.6	87.8	3.12
120	8.2	73.9	74.0	2.71
121	11.3	71.7	71.9	2.99
122	14.4	73.9	74.1	2.81
123	17.5	71.7	72.2	2.92
124	20.6	73.9	74.7	2.87
125	23.7	71.7	73.1	2.81
126	26.8	73.9	75.8	2.74
127	29.9	71.7	74.4	2.78
128	33.0	73.9	77.4	2.80
129	36.1	71.7	76.3	2.80
130	39.2	73.9	79.4	2.77
131	42.3	71.7	78.6	2.78
132	45.4	73.9	81.8	2.77
133	48.4	71.7	81.3	2.80
134	51.5	73.9	84.7	2.82
135	54.6	71.7	84.3	2.92
136	57.7	73.9	87.8	2.93
137	60.8	71.7	87.7	3.03
138	63.9	73.9	91.3	3.08
139	8.2	78.2	78.4	2.74
140	11.3	76.1	76.2	2.91
141	14.4	78.2	78.4	3.06
142	17.5	76.1	76.5	2.96
143	20.6	78.2	79.0	2.86
144	23.7	76.1	77.3	2.79
145	26.8	78.2	80.0	2.73
146	29.9	76.1	78.6	2.76
147	33.0	78.2	81.5	2.78
148	36.1	76.1	80.4	2.77
149	39.2	78.2	83.4	2.74
150	42.3	76.1	82.6	2.75
151	45.4	78.2	85.8	2.74
152	48.4	76.1	85.1	2.76
153	51.5	78.2	88.5	2.80
154	54.6	76.1	88.1	2.88
155	57.7	78.2	91.5	2.90
156	60.8	76.1	91.3	2.99



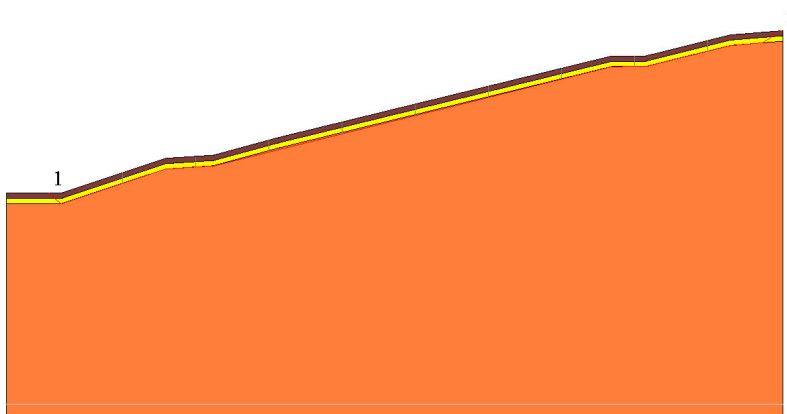
157	63.9	78.2	94.9	3.04
158	8.2	82.6	82.7	3.03
159	11.3	80.4	80.5	2.95
160	14.4	82.6	82.8	3.01
161	17.5	80.4	80.8	2.94
162	20.6	82.6	83.3	2.85
163	23.7	80.4	81.6	2.77
164	26.8	82.6	84.3	2.71
165	29.9	80.4	82.8	2.74
166	33.0	82.6	85.7	2.78
167	36.1	80.4	84.5	2.75
168	39.2	82.6	87.5	2.72
169	42.3	80.4	86.6	2.72
170	45.4	82.6	89.7	2.71
171	48.4	80.4	89.0	2.73
172	51.5	82.6	92.3	2.79
173	54.6	80.4	91.8	2.84
174	57.7	82.6	95.2	2.87
175	60.8	80.4	95.0	2.94
176	8.2	86.9	87.0	2.94
177	11.3	84.7	84.8	2.92
178	14.4	86.9	87.1	3.03
179	17.5	84.7	85.1	2.91
180	20.6	86.9	87.6	2.84
181	23.7	84.7	85.9	2.76
182	26.8	86.9	88.5	2.69
183	29.9	84.7	87.0	2.73
184	33.0	86.9	89.9	2.76
185	36.1	84.7	88.6	2.73
186	39.2	86.9	91.6	2.70
187	42.3	84.7	90.6	2.70
188	45.4	86.9	93.8	2.69
189	48.4	84.7	93.0	2.71
190	51.5	86.9	96.2	2.78
191	54.6	84.7	95.7	2.81
192	57.7	86.9	99.0	2.85
193	60.8	84.7	98.7	2.92
194	11.3	89.1	89.2	2.90
195	17.5	89.1	89.5	2.90
196	23.7	89.1	90.2	2.75
197	29.9	89.1	91.3	2.72
198	36.1	89.1	92.8	2.71
199	42.3	89.1	94.7	2.68
200	48.4	89.1	96.9	2.70
201	54.6	89.1	99.5	2.78
202	60.8	89.1	102.4	2.89

2.6.2 INTERFACCIA RIFIUTI - CAPPING

Di seguito troviamo lo schema della sezione 4 – scarpata NNW utilizzata per la verifica di stabilità per superficie di scivolamento passante per l'interfaccia rifiuti - capping.

VERIFICA DI STABILITA' INTERFACCIA RIFIUTI - CAPPING - SEZIONE 4

Fs = 3.19 Superficie... 1



■ Geotessile Terreno
gs=1500 Kg/m³
Fi=20°
c=0 kg/cm²

■ Geotessile Argilla
gs=1500 Kg/m³
Fi=25°
c=0 kg/cm²

■ Rifiuti
gs=1000 Kg/m³
Fi=25°
c=0.1 kg/cm²

Analisi di stabilità: BELL

Calcolo eseguito secondo

NTC 2018

Numero di strati

3.0

Numero dei conci

10.0

Grado di sicurezza ritenuto accettabile

1.1

Analisi

Condizione drenata

Superficie di forma generica

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	10.4	0.0
3	30.2	6.6
4	39.3	7.2
5	51.4	10.5
6	114.7	26.0
7	121.1	26.0
8	137.1	30.0
9	147.0	30.8

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-1.0
2	10.4	-1.0
3	30.2	5.6
4	39.3	6.2
5	51.4	9.5
6	114.7	25.0
7	121.1	25.0
8	137.1	29.0
9	147.0	29.8

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.0
2	10.4	-2.0
3	30.2	4.6
4	39.3	5.2
5	51.4	8.5
6	114.7	24.0
7	121.1	24.0
8	137.1	28.0
9	147.0	28.8

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
---	--------	--------

1	8.09	0.09
2	10.45	-2.01
3	30.23	4.59
4	39.34	5.18
5	114.72	23.99
6	121.19	24.01
7	137.09	27.97
8	143.29	28.51
9	146.73	30.82

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturato (Kg/m3)	Litologia	
1	0		20	1500	1500	Geotessile Terreno	
2	0		25	1000	1500	Geotessile Argilla	
3	0.1		25	1000	1000	Rifiuti	

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=3.19

Nr.	B m (Kg)	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti

1	13.85	7.6	14.01338	0.94	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	13297.1	1532.5
2	13.85	12.6	14.24543	6.43	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	44119.0	11178.9
3	13.85	11.5	14.13174	5.24	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	31459.2	4698.4
4	13.85	14.0	14.33855	1.46	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	37255.4	10235.8
5	13.85	14.0	14.33762	6.55	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	36335.7	10097.1
6	13.85	14.0	14.33670	1.64	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	35416.0	9958.4
7	13.85	14.0	14.33585	9.28	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	34579.3	9829.2
8	13.85	9.9	14.14224	1.84	0.0	0.0	0.1	25.0	0.0	41062.4	10577.3
9	13.85	11.8	14.13103	7.3	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	30767.8	4600.5
10	13.85	15.6	14.42594	9.67	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	25884.8	3933.2

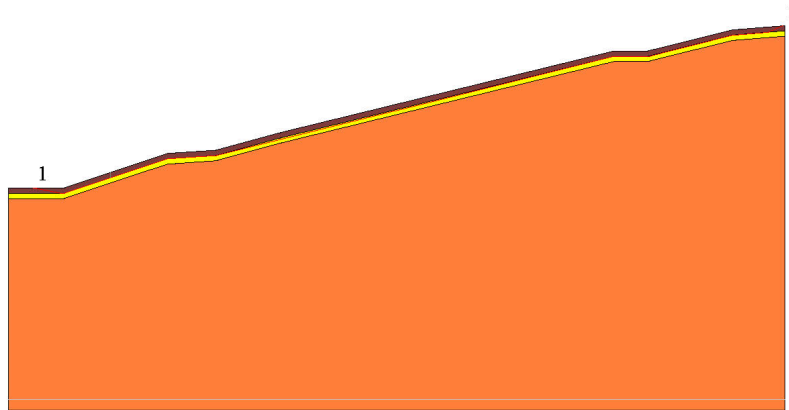
2.6.3 INTERFACCIA GEOTESSILE-ARGILLA / GEOTESSILE-TERRENO

Di seguito troviamo lo schema della sezione 4 – scarpata NNW
utilizzata per la verifica di stabilità per superficie di scivolamento

passante per l'interfaccia geotessile argilla e geotessile terreno.

VERIFICA DI STABILITA' INTERFACCIA "GEOTESSILE ARGILLA -
GEOTESSILE TERRENO" - SEZIONE 4

Fs = 1.92 Superficie... 1



■ Geotessile Terreno
gs=1500 Kg/m3
Fi=20°
c=0 kg/cm2

■ Geotessile Argilla
gs=1500 Kg/m3
Fi=25°
c=0 kg/cm2

■ Rifiuti
gs=1000 Kg/m3
Fi=25°
c=0.1 kg/cm2

Analisi di stabilità: BELL

Calcolo eseguito secondo

Numero di strati

Numero dei conci

Grado di sicurezza ritenuto accettabile

Analisi

Superficie di forma generica

NTC 2018

3.0

10.0

1.1

Condizione drenata

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
----	----------	----------

1	0.0	0.0
2	10.4	0.0
3	30.2	6.6
4	39.3	7.2
5	51.4	10.5
6	114.7	26.0
7	121.1	26.0
8	137.1	30.0
9	147.0	30.8

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-1.0
2	10.4	-1.0
3	30.2	5.6
4	39.3	6.2
5	51.4	9.5
6	114.7	25.0
7	121.1	25.0
8	137.1	29.0
9	147.0	29.8

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	-2.0
2	10.4	-2.0
3	30.2	4.6
4	39.3	5.2
5	51.4	8.5
6	114.7	24.0
7	121.1	24.0
8	137.1	28.0
9	147.0	28.8

Vertici superficie Nr...1

N	X m	y m
1	4.79	0.09
2	10.42	-1.01
3	30.19	5.59
4	39.32	6.19
5	114.75	25.0
6	121.23	24.96
7	137.1	28.99
8	143.83	29.53
9	146.61	30.8

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturato (Kg/m3)	Litologia	
1	0		20	1500	1500	Geotessile Terreno	
2	0		25	1000	1500	Geotessile Argilla	
3	0.1		25	1000	1000	Rifiuti	

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=1.92

3 CONCLUSIONI

Le verifiche di stabilità sono consistite nella determinazione di un coefficiente di sicurezza, relativo ad una ipotetica superficie di rottura, pari al rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio mobilitata.

I risultati ottenuti mostrano per tutte le superfici di scivolamento ipotizzate nelle sei verifiche, un coefficiente di sicurezza maggiore di 1.1, pertanto sussiste una soddisfacente condizione di sicurezza nell'ambito del progetto di "modifica del profilo finale della discarica Consortile sita in località Cerratina di Lanciano (CH)".